

# Los medios mecánicos y las técnicas de la Ingeniería

**Margarita Ruiz Altisent**

Dr. Ingeniero Agrónomo

Departamento Mecanización Agraria

Universidad Politécnica de Madrid

## Resumen

A pesar los graves condicionamientos socio-económicos y energéticos, se observa una demanda creciente de medios mecánicos y de sofisticación de los mismos, a nivel mundial.

Los años 60 suponen un importante empuje en el desarrollo de medios mecánicos, siendo el momento de despegue de la U.C. Davis con el Dept. of Agricultural Engineering. En este momento se establece la llegada de Ingenieros y Científicos agrarios españoles a California.

Los programas de colaboración desde aquel momento hasta hoy impulsan varios de los avances desde nuestro punto de vista más importantes en la mecanización de la agricultura española, recolección de frutos con vibradores; sistema mecanizado integrado de producción de lechugas, siembra y recolección mecánica del tomate para industria y producción y utilización de biogás a partir de residuos agrícolas.

Otros temas más recientes tratan de dar respuesta a nuevos problemas como: sistemas más económicos y apropiados de laboreo del suelo, evaluación de la calidad de frutas y hortalizas, recolección y manejo no destructivos de frutos.

Se incorpora cada vez más una visión sistemática e integrada de la mecanización agraria. La interacción entre los materiales biológicos, los medios mecánicos y el hombre es apreciada como un todo, el cual tiende a desarrollarse de forma unificada.

## Summary

### **Mechanical Resources and Engineering Techniques**

In spite of important social, economic and energy cutbacks, an increasing demand for mechanical resources and machinery as well as more sophisticated technologies is emerging on a world-wide scale.

During the sixties, important advances were made in the development of machinery, and in California the Department of Agricultural Engineering at U.C. Davis expanded rapidly. At that time, the arrival of Spanish Agricultural Engineers and Scientists in significant numbers took place.

The collaboration which began at that time led to various advances that can be considered among the most significant in the mechanization progress of crop production in Spain: harvesting of olives with trunk shakers, integrated mechanized system for lettuce production, mechanical seeding and harvesting of tomatoes for industry and generation and application of biogas obtained from farm residues.

Other more recent topics are attempting to respond to new problems such as more economic and suitable means of land cultivation, quality testing for fruit and vegetables and safe harvesting and handling of fruits.

A systematic and integrated view of agricultural mechanization now prevails. The interrelationship between biological materials, mechanical resources and man is appreciated as being a whole, which is tending to develop in a unified way.

## **Resum**

### **Els mitjans mecànics i les tècniques de l'enginyeria**

Malgrat els greus condicionaments socioeconòmics i energètics, s'observa una demanda creixent, a nivell mundial, de mitjans mecànics molt sofisticats.

Els anys 60 suposen un impuls important de mitjans mecànics, éssent el moment en què el Dept. of Agricultural Engineering, de la U.C. Davis va créixer ràpidament. En aquest moment s'estableix l'arribada d'Enginyers i Científics agraris espanyols a Califòrnia.

Els programes de col.laboració d'aleshores ençà impulsen alguns dels avenços des del nostre punt de vista més importants en la mecanització de l'agricultura espanyola: recolecció de fruits amb vibradors; sistema mecanitzat integrat de producció d'enciams; sembra i recol.lecció mecànica del tomàquet per a la indústria y producció i utilització de biogàs a partir de residus agrícoles.

D'altres temes més recents tracten de donar resposta a nous problemes, com és ara: sistemes més econòmics i apropiats de conreu del sòl; avaluació de la qualitat de fruites i hortalisses; recol.lecció i maneig no destructius de fruits.

S'incorpora, cada vegada més, una visió sistemàtica i integrada de la mecanització agrària. La interacció entre els materials biològics, els mitjans mecànics i l'home és apreciada com un tot, que tendeix a desenvolupar-se de forma unificada.

## INDICE

### 1. Introducción

### 2. Actividades de investigación

- 2.1. *Recolección mecánica de la aceituna*
- 2.2. *Recolección mecánica del tomate*
- 2.3. *Utilización de biogás*
- 2.4. *Laboreo mínimo y siembra directa*
- 2.5. *Calidad de frutas*
- 2.6. *Evaluación de la calidad*

### 3. Bibliografía

## 1. Introducción

Este capítulo se ha realizado con los objetivos de reflexionar sobre las realidades y las posibilidades de investigación en el área de la mecanización agraria y presentar un resumen de las líneas por las que se mueve hoy la investigación dentro de esta misma área en nuestro país.

En unas recientes reflexiones publicadas en *California Agriculture* se indica que los objetivos de la investigación agraria deben reajustarse para servir al interés público, en las nuevas circunstancias de la agricultura (norteamericana).

En otro reciente estudio realizado sobre una muestra de cuatro Estados norteamericanos (California, Tejas, Arizona y Florida) se demuestra claramente que el impacto de la aplicación de las nuevas tecnologías es negativo para el desarrollo social del ámbito rural. Especialmente llamativo resulta el aparente efecto de la mecanización: la introducción de máquinas y otras tecnologías de la ingeniería aumentan las necesidades de mano de obra, por un lado; pero también aumenta la pobreza de los establecimientos humanos (medida con los índices económicos pertinentes). Aparentemente se produce un impacto negativo de la mecanización y de la tecnología en general sobre los beneficios socioeconómicos, incluso admitiendo (en contra de la opinión de una tradicional postura reivindicativa laboral) que ellas generan un aumento en los puestos de trabajo.

Un punto de coincidencia en la reflexión actual es que las actividades de investigación y extensión financiadas con fondos públicos sólo se justifican si sirven al interés público. Es problemático suponer que esto lo cumplen los programas diseñados únicamente para cubrir las necesidades de las 50.000 empresas de la mayor envergadura (de los U.S.A.). No es discutible, por el contrario, la afirmación de que son necesarios los programas de I y D que tengan por objetivo el asegurar a la población que los recursos naturales utilizados por la agricultura, e independientemente del tamaño de las explotaciones, se mantengan en una situación viable a largo plazo y beneficiosa para la salud; o el que las prácticas agrícolas no sean peligrosas para la salud de los ciudadanos.

## **2. Actividades de investigación**

Sobre la base de aceptación de este punto de vista, las actividades de investigación se han ido centrando en nuestro Departamento (y otros afines, que podemos decir han ido creándose un poco paralelamente) en temas que cumplen con toda propiedad los objetivos de servicio público arriba diseñados y que son: a) ahorro y generación de recursos energéticos, b) conservación del medio ambiente y c) calidad de los alimentos, todo ello, como es obvio, dentro del área que cubre la mecanización agraria. Por parte de ciertas empresas agrícolas de gran envergadura se han adoptado directamente sistemas mecanizados californianos, sin ninguna intervención efectiva oficial (caso de la producción de lechugas del Delta del Ebro).

Sin embargo, los primeros proyectos de investigación realizados en colaboración con U.C. Davis parten de los años 60, cuando el desarrollo de máquinas era el principal enfoque de las investigaciones en este área.

### **2.1. Recolección mecánica de la aceituna**

Se desarrollaron varios modelos de vibradores de tronco de árboles, adaptables principalmente a la recolección mecánica de la aceituna en España (Fotografía 1). Dichas máquinas han tenido presencia en ensayos y demostraciones, habiéndose vendido varias decenas de unidades del último modelo perfeccionado; la crisis económica en la agricultura y sobre todo en la industria españolas se iniciaba en esas fechas y ha sido la causa de que esta máquina no haya tenido una mayor difusión.

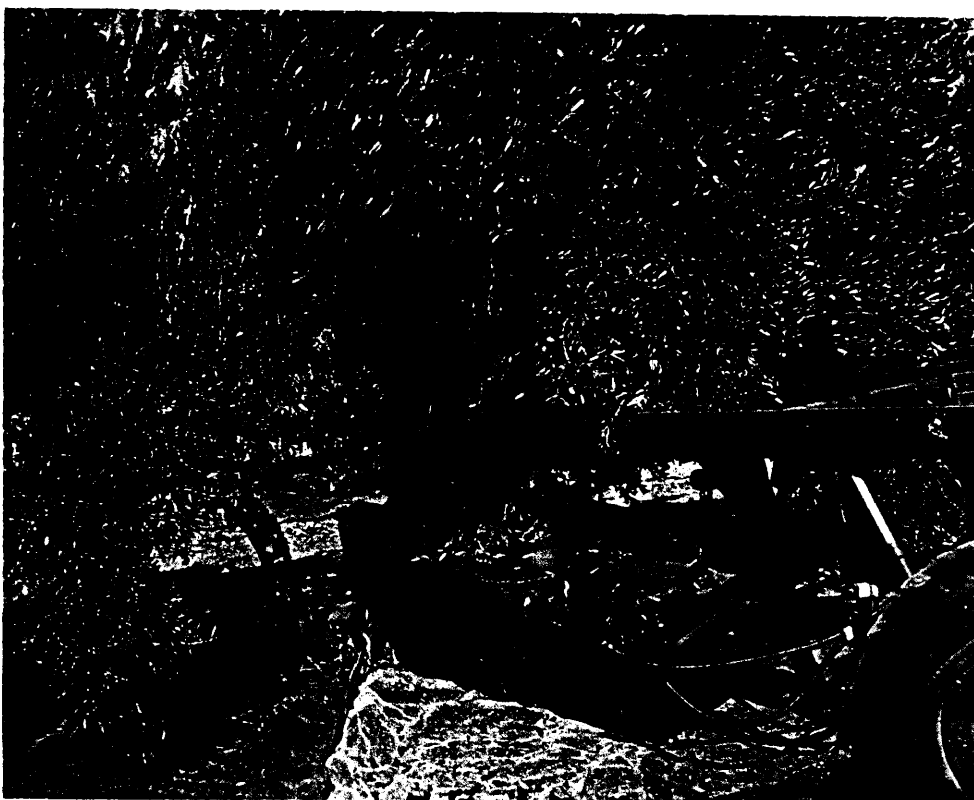
En este y otros numerosísimos casos que podríamos citar, la introducción de un medio mecánico es imprescindible para la producción económica y para liberar al operario de trabajos insostenibles; crea puestos de trabajo al activar las actividades económicas auxiliares, y también de la propia actividad de la recolección.

La viabilidad económica de producción y de venta de dichas máquinas sólo se da si se consigue un mercado de exportación, y ello exige la homologación y ensayo de las mismas, actividad en la que se trabaja también en los Departamentos españoles a un nivel aún esporádico y poco programado.

Estos trabajos han llevado consigo otros proyectos, en orden a conocer la efectividad de la recolección de la aceituna por este procedimiento mecánico: transmisión de las vibraciones hasta las ramas y frutos, para variedades, formas de poda y estados fisiológicos diversos; efectos de productos abscisores, del riego y el abonado, etc.

### **2.2. Recolección mecánica del tomate**

La recolección mecánica del tomate para industria ha sido objeto de estudios dilatados durante los últimos años. Dichos estudios se han centrado en la adaptación de los métodos de cultivo y recolección de las variedades de California. En la mayor área de producción de tomate de industria en España, los regadíos extremeños, se ha conseguido, básicamente por el esfuerzo de un centro de experimentación agrícola, colocar la producción de tomate de industria a un nivel de productivi-



**FOTOGRAFIA 1. Primer prototipo de vibrador para olivos.**



**FOTOGRAFIA 2. Apero conformador de caballones para la siembra y cultivo mecanizados del tomate de industria.**

dad muy aceptable, y preparado para la recolección mecánica. Esto implica siembra directa, programación de variedades y fechas de siembra, producción en caballones, sistematización del riego. Ello ha implicado ensayos de producción y de caracterización para la producción mecanizada de gran número de variedades; ensayos de desprendimiento de los frutos, daños y pérdidas en la recolección mecánica y el transporte a granel; ensayos de cosechadoras, y diseño de algún apero apropiado para la preparación de caballones (Fotografía 2). Con todo ello, si el mercado del tomate envasado se abre, la producción puede multiplicarse por varios enteros en una sola campaña. Si la introducción del sistema mecanizado de producción (el cual se ha demostrado que puede mejorar las rentas y la estabilidad del mediano agricultor) no se ha llevado a cabo es porque, al ser considerado el tomate de industria un cultivo social, se ha primado la recolección manual consistentemente. Las cosechadoras existentes (unas 15-20) han estado relegadas a puntos de trabajo o a situaciones de emergencia durante años, es decir prácticamente paradas.

### ***2.3. Utilización de biogás***

El biogás (BG) es un combustible alternativo que, junto con el gas de gasógeno (GG) presenta perspectivas de aplicación, y especialmente en el medio rural. Sin embargo ambos procedimientos y en particular el BG, pueden considerarse como subproductos, en este último caso de la fermentación anaerobia de descontaminación de residuos orgánicos (Fotografías 3 y 4).

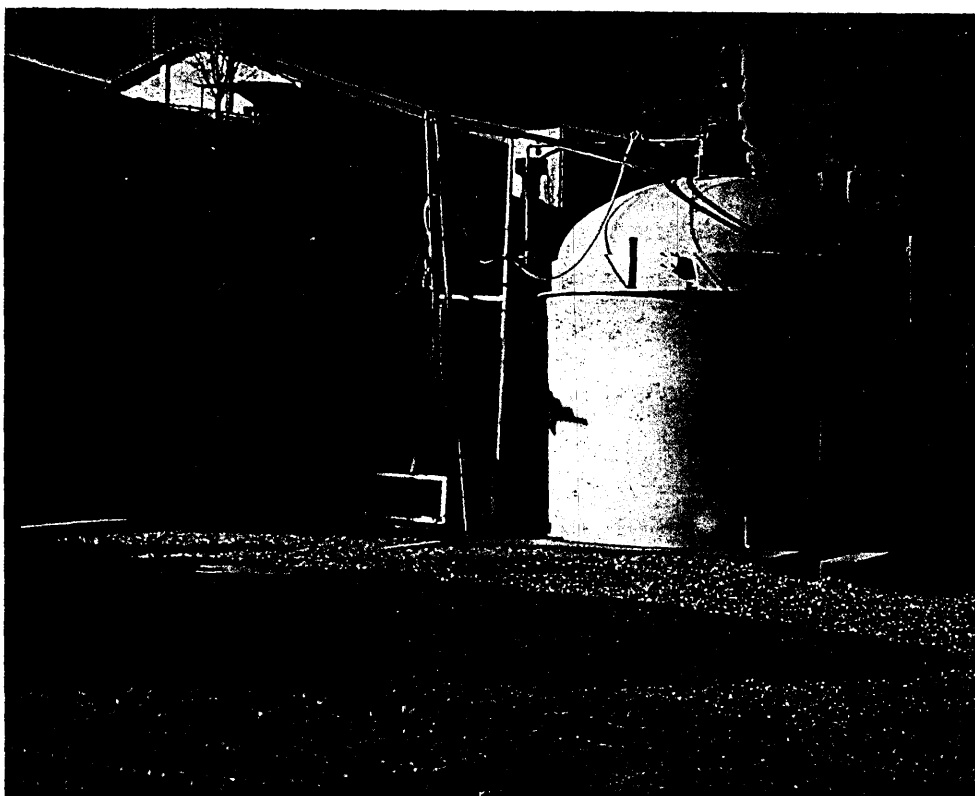
La línea actual de los trabajos en BG tiene por objetivo analizar los diversos parámetros que definen el proceso de la digestión anaerobia, con el fin de crear modelos cinéticos del proceso. Estos servirán para el diseño y el control de plantas de tratamiento anaerobio de los residuos estudiados (estiércoles, residuos de mataderos, y otros). Quedan por resolver finalmente los aspectos de aplicación del BG a generadores de calor o motores, y a este objetivo se enfocan parte de los trabajos en la actualidad.

### ***2.4. Laboreo mínimo y siembra directa***

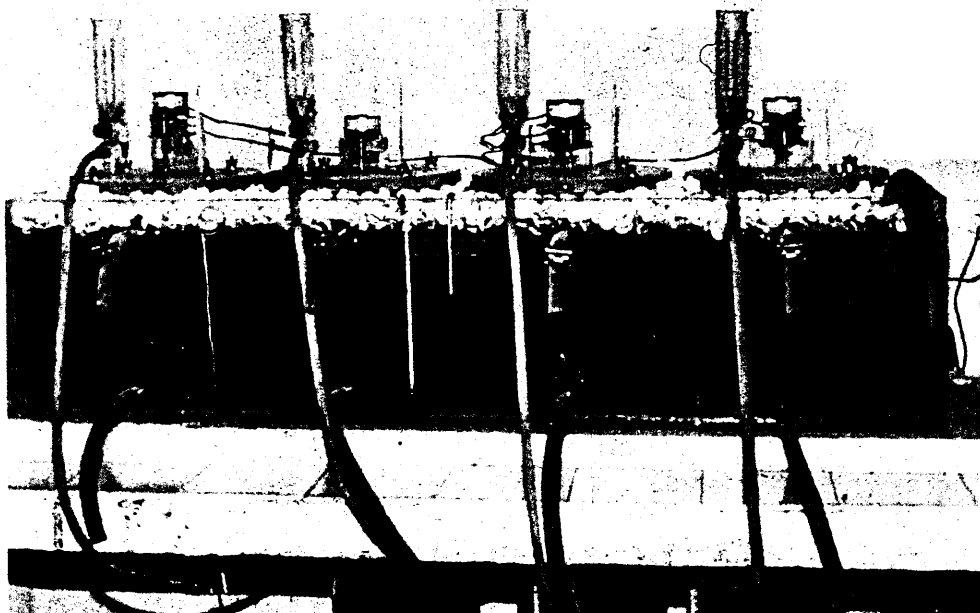
La reducción del gasto energético en las labores agrícolas continúa entre las líneas prioritarias de investigación en la mecanización. Sobre esta premisa se inician los trabajos sobre laboreo mínimo y siembra directa. Actualmente, sin embargo, el objetivo prioritario de estas investigaciones resulta ser la conservación del suelo. Pendientes aún de mayor experimentación, las técnicas de siembra directa aparecen en España como una posibilidad real, al menos en ciertas zonas, existiendo ensayos a mayor escala por parte de cooperativas, y un prototipo de máquina de siembra directa fabricado en el país (Fotografía 5).

### ***2.5. Calidad de frutas***

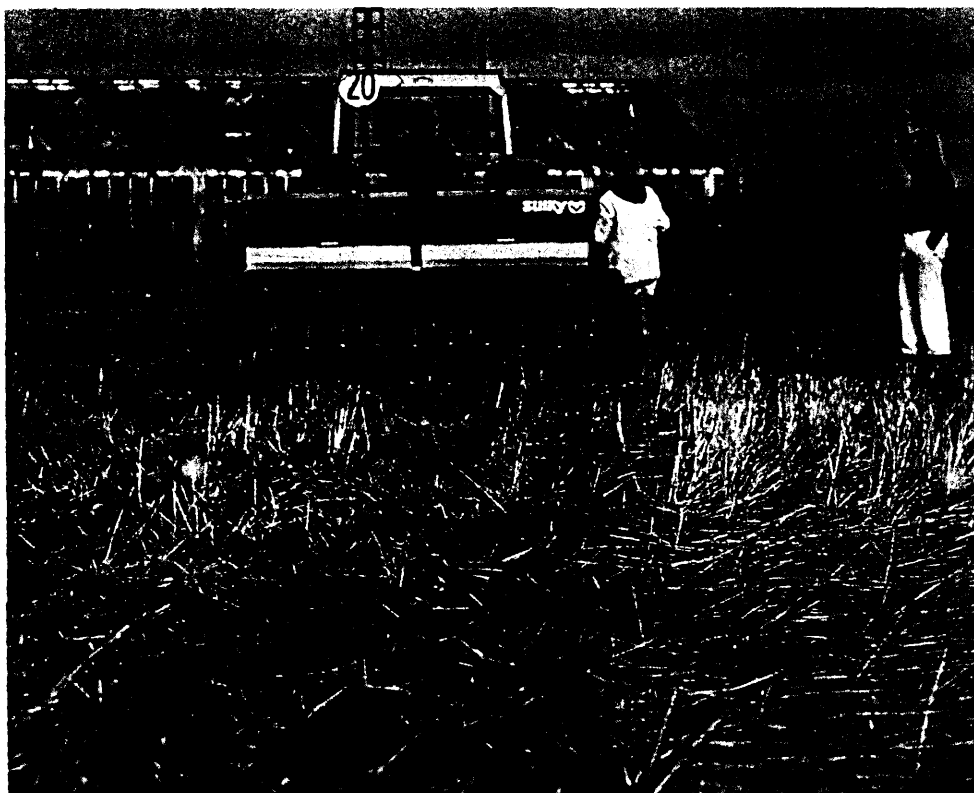
La más reciente normativa sobre calidad de frutas incluye ciertos términos de tipo mecánico (dureza, firmeza, "crujiente") que de ninguna forma se determinan objetivamente. Resolver este problema a nivel mecánico, con instrumentos útiles y, por otro lado, utilizar estos conocimientos para el estudio de sistemas mejorados de manejo de la fruta es el objetivo principal de algunos proyectos de investigación actualmente en marcha.



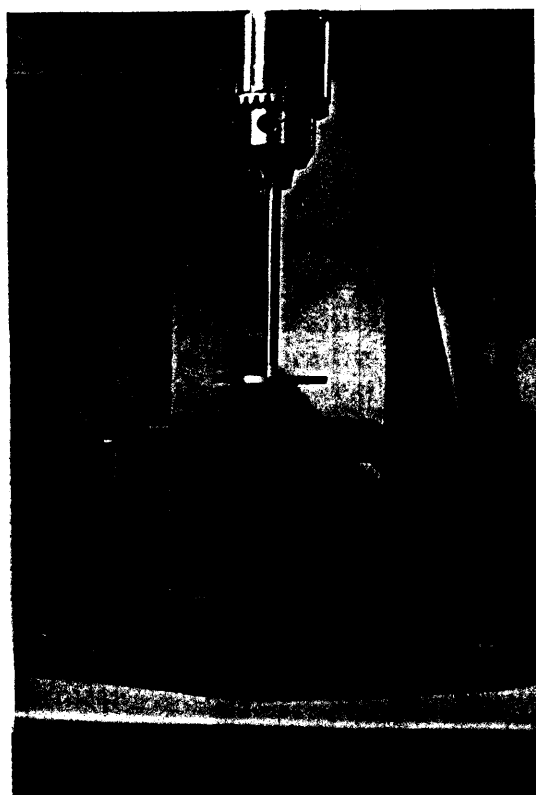
**FOTOGRAFIA 3. Digestor experimental instalado junto a una nave de cerdos.**



**FOTOGRAFIA 4. Digestores de laboratorio.**



**FOTOGRAFIA 5. Ensayos de siembra directa de cereales sobre rastrojo.**



**FOTOGRAFIA 6. Ensayo de compresión de fruta en probetas .**



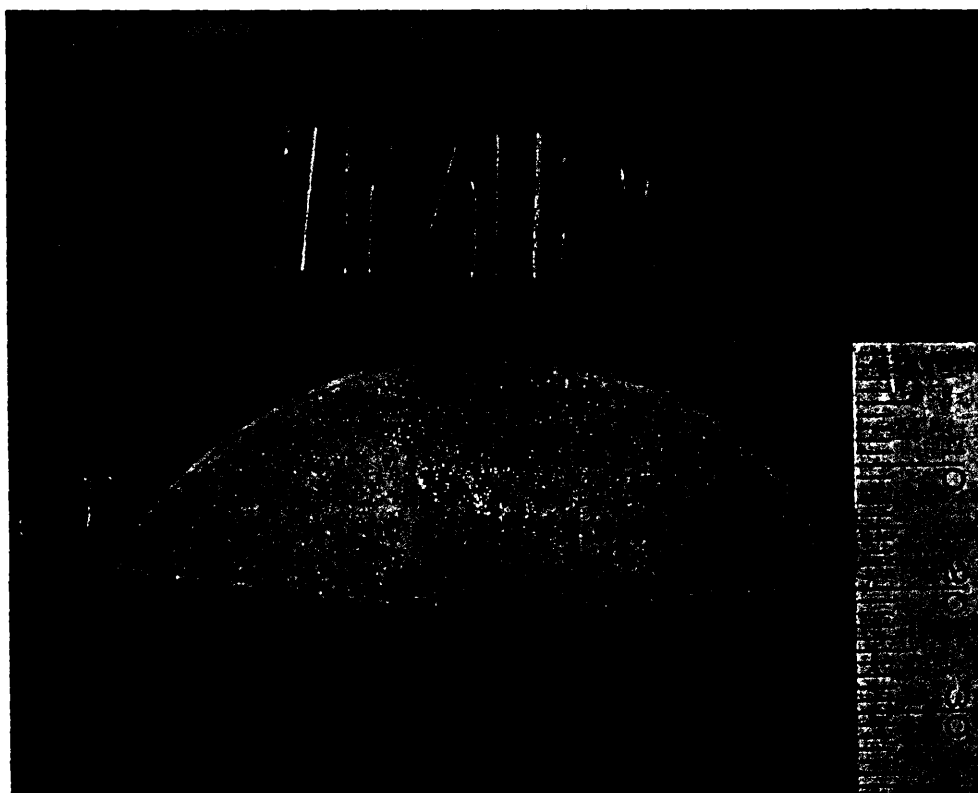
Puede estudiarse el tejido vegetal con los métodos de la mecánica de sólidos, adaptando las distintas teorías a la constitución específica de cada especie. En las frutas dulces (así como en patatas, etc.) es posible realizar probetas de medidas determinadas y aplicarles los ensayos pertinentes (comprensión y corte principalmente). Las relaciones entre los parámetros mecánicos y los factores de la madurez y la calidad permiten establecer procedimientos objetivos de evaluación de estas últimas (Fotografías 6 y 7).

Complementariamente, puede asimilarse un fruto a un cuerpo geométrico al que se aplican esfuerzos incluso-destructivos, para conocer su naturaleza y su respuesta a los mismos.

## **2.6. Evaluación de la calidad**

La evaluación de la calidad y la clasificación y tria deberá realizarse automáticamente en la central hortofrutícola. Se han desarrollado sistemas de reflexión de luz con sensores para clasificación por color en ciertas frutas. Sin embargo, las posibilidades de la absorción y reflexión de diferentes radiaciones electromagnéticas (ópticas dentro o no del espectro visible; rayos X, fluorescencia); sistemas mecánicos pasivos (detección de impactos por vibraciones o respuestas sonoras) o activos: compresión no destructiva, son mucho más amplias.

En varios de estos temas se han realizado trabajos o estudios en colaboración con la U.C. Davis, y se continúa sobre ellos para futuros proyectos.



**FOTOGRAFIA 7. Magulladura producida por impacto en pera.**

### 3. Bibliografía

- Chen, P., M. Ruiz, Fuming Lu y A. Kader**, 1986. Study of impact and compression damage on Asianpears. ASAE Paper no. 86-3025.
- Dull, G.G.**, 1986. Nondestructive evaluation of quality of stored fruits and vegetables. Food Technology (May): 106-110.
- Fridley, R.B., J.J. Mehlschau**, 1976. Presente y futuro de la mecanización agrícola. Jornadas Internacionales sobre la Investigación Científica y el Problema Agrario. C.S.I.C. Madrid.
- García Azcárate, T., M. Ruiz Altisent, J. Ortiz-Cañavate, A. Rodríguez y C.A.M. Portas**, 1986. Mecanización agraria y empleo en el regadío extremeño. Revista de Estudios Agrosociales nº 132: 173-185.
- Kendrick, J.B., Jr.**, 1986. Reflections and projections. California Agriculture. May-June 1986.
- Mac Cannell, D. y E.G. Dolber-Smith**, 1985. Comunidades rurales, estructura de la agricultura y tecnologías agrícolas en zonas de agricultura industrializada. Revista de Estudios Agrosociales. 36-37: 93-121.
- Ortiz-Cañavate, J., M. Ruiz Altisent y J. Gil Sierra**, 1984. Actual state of the mechanization of harvest of fruits and vegetables in Spain. ASAE Paper nº 84-1072.
- Ortiz-Cañavate, J., J. Gil Sierra**, 1986. Diseño de vibradores de tronco para la recolección de la aceituna. Rev. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales Vol. 1(1): 65. I.N.I.A.
- Ortiz-Cañavate, J., J.A. Muñoz Valero, J. Vázquez**, 1985. Problemática y tratamiento de los residuos orgánicos procedentes de mataderos industriales. Estudio para CEOTMA-MOPU. Feb. 1985.
- Ortiz-Cañavate, J., J.A. Muñoz Valero**, 1981. Generación de biogás y gas de gasógeno y su aplicación a motores de combustión interna. Ponencia a la 13. Conf. Int. de Mecanización Agraria. Zaragoza.
- Ruiz Altisent, M.**, 1985. Utilización de las propiedades ópticas para la detección de defectos en frutas. 1ª Reunión Nacional sobre Propiedades Físicas de Alimentos. Febrero, 1985.
- Ruiz Altisent, M.**, 1985. Las propiedades físicas de los productos hortícolas en relación con su recolección y manipulación mecánicas. Co-ponencia invitada, 18. Conf. Int. de Mecanización Agraria, Zaragoza.
- Sánchez-Girón, V., J.L. Hernanz, C. Fernández-Quintanilla, L. Navarrete**, 1984. Tres años de siembra directa en el cultivo de cereales. 16. Conf. Int. de Mecanización Agraria. Zaragoza.